

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-032088

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

---

(51)Int.Cl.

H04L 29/08

H04L 29/06

---

(21)Application number : 11-040838

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 19.02.1999

(72)Inventor : DOUGLAS KNISLLY  
SABHASHIS RAHA  
NANDA SANJIV

---

(30)Priority

Priority number : 98 26361    Priority date : 19.02.1998    Priority country : US

---

(54) ARQ PROTOCOL SUPPORT IN VARIABLE SIZE DATA TRANSMISSION  
ENVIRONMENT USING SEQUENCE NUMBER APPROACH OF HIERARCHICAL  
STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize the protocol balance and to secure the sequence numbering to optimize a PDU(protocol data unit) by transmitting a variable size PDU by means of a hierarchical sequence numbering space approach technique that can support an ARQ protocol in a variable transmission rate environment.

SOLUTION: An HSNS(hierarchical sequence numbering space) approach necessary for management of a sequence number space can be managed in a very easy way and also can use a simple tree data structure since a buffer contained in a transmitter or receiver is managed to the retransmission. That is, if a very large PDU is transmitted in an environment of a high BER(bit error rate), an additional function is supplied in a communication environment. A highly reliable transmission protocol can use three schemes to fractionize a PDU into small logical transmission units.

---

***This Page Blank (uspto)***

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

***This Page Blank (uspto)***

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-32088

(P2000-32088A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 4 L 29/08		H 0 4 L 13/00	3 0 7 Z
29/06			3 0 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平11-40838	(71)出願人	596092698 ルーセント テクノロジーズ インコーポ レーテッド アメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージ ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア ヴェニュー 600
(22)出願日	平成11年2月19日(1999.2.19)	(72)発明者	ダグラス クニスリー アメリカ合衆国 60187 イリノイズ, ホ イートン, アップルパイ コート 2313
(31)優先権主張番号	0 9 / 0 2 6 3 6 1	(74)代理人	100064447 弁理士 岡部 正夫 (外11名)
(32)優先日	平成10年2月19日(1998.2.19)		
(33)優先権主張国	米国 (U S)		

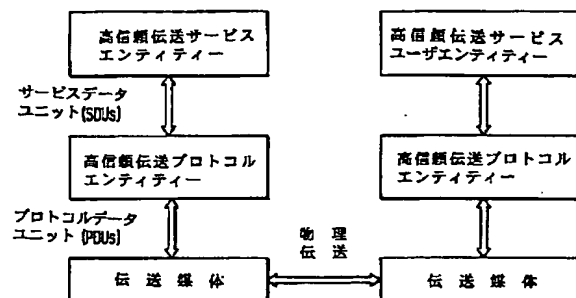
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 階層構造のシーケンス番号アプローチを用いた可変サイズデータ伝送環境におけるARQプロト  
コルサポート

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 ARQプロトコルを階層構造のシーケンス番号  
アプローチを用いて可変サイズデータ伝送環境において  
サポートする。

【解決手段】 可変サイズプロトコルデータユニットPD  
Uの伝送を、可変伝送速度環境下でARQプロトコルをサポ  
ートする階層シーケンスナンバリング空間HSNSアプロー  
チを用いて達成する。1、任意に可変なPDUサイズのサ  
ポート2プロトコルヘッダ内のシーケンス番号の長さが  
可変、3、プロトコルヘッダ内のシーケンス番号の深さ  
が可変、4、PDU内に挿入し伝送シーケンス番号のサイ  
ズが最小となるようにシーケンス番号のコンテキストを  
動的に変更可、5プロトコルエンティティのピア間でシ  
ーケンス番号空間を調整し、シーケンス番号空間情報の  
通信にプロトコル制御スキームが使用、6階層シーケ  
ンス番号空間スキームを効率的に実現するデータ構造及び  
アプローチの使用。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 短縮されたシーケンスナンバリングを伝送データユニットに提供するための方法であって、この方法が：ある複数の伝送データユニットに属する伝送データユニットのサイズを決定するステップ；前記複数の伝送データユニットが伝送される速度を決定するステップ；およびシーケンス番号空間Aの一部分を、前記複数の伝送データユニットに、前記サイズおよび速度に基づいて割当てるステップを含み、ここで、前記シーケンス番号空間  $A = A_{r+1}, A_{r+2}, \dots, A_1, A_0$  であり、ここで、 $r+1$ は、前記シーケンス番号空間を記述するビットの総数を表し、ここで、前記シーケンス番号空間の一部分が、前記シーケンス番号空間を記述するビットから成る幅がwidth+1で、最上位ビットが  $A_{r+1-4096}$  である隣接ビットを持ち、前記伝送データユニットのサイズが低減した場合、前記隣接ビットの幅が減少され、前記伝送データユニットの速度が低減した場合、このシーケンス番号空間の深さが増加されることを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信、より詳細には、データ通信に関する。

## 【0002】

【従来の技術】しばしば、データ通信プロトコルエンティティが、その通信プロトコルエンティティのサービスを利用するエンティティ（ユーザ）に、サービスデータユニット（Service Data Unit, SDU）を、高信頼に、シーケンシャルに、配信するために用いられる（図1参照）。このようなエンド・ツー・エンド高信頼配信サービスは、典型的には、ISO/OSIレイヤ2（リンク層）あるいはレイヤ4（トランスポート層）内に実現される。これら高信頼伝送プロトコルは、典型的には、スライディングウィンドウプロトコル、あるいは類似のアプローチを用いる。スライディングウィンドウプロトコルの中心的な概念は、シーケンス番号を含むプロトコルデータユニット（Protocol Data Unit, PDU）を伝送し、これらシーケンス番号を用いて、高信頼伝送プロトコルエンティティの下側の伝送媒体プロトコル層によるPDU配信におけるエラー、喪失、誤順などを識別することにある。これらシーケンス番号は、高信頼伝送エンティティのピア間で、以下の状態の一方あるいは両方を示す制御メッセージをいつ送信すべきかを決定するためにも用いられる。

（1）特定のシーケンス番号あるいはあるレンジのシーケンス番号を持つパケットが正しく受信されたことを示す肯定的アクノレジメント（ACK）。

（2）特定のシーケンス番号あるいはあるレンジのシーケンス番号を持つパケットが誤って受信されたことを示す否定的アクノレジメント（NAK）。

【0003】高信頼伝送サービスエンティティは、タイムアウトあるいは他の所定のプロトコル規則を用いて、失われたあるいは損傷したPDUを再送する。この技法を利用するプロトコルは、一般に、ARQプロトコルとして知られており、有線環境用のARQプロトコルとしては、ITUリンク層プロトコル（LAPB等）、SDLC、HDLC、Bisyn、およびISO/OSI COTPやTransmission Control Protocol（TCP）等のConnection Oriented Transport Protocolが良く知られている。無線環境においては、高信頼エンド・ツー・エンド伝送は、通常、用いられる特定の無線伝送媒体に対して高度に最適化されたRadio Link Protocol（RLP）を用いて実現され、このRLPプロトコルの例としては、TIA/EIA IS-707（CDMA用）や、IS-135（TDMA用）がある。

【0004】ARQプロトコルによって利用される一般的な技法においては、上位層サービスエンティティからのサービスデータユニット（SDU）は、固定長のプロトコルデータユニット（PDU）（例えば、各PDUは、256あるいは512オクテットの長さを持つ）に分割される。PDUのサイズは、通常は、下位通信層の伝送速度に依存して、伝送スループットが最適となるような値に選択される。伝送される一連のPDUのおおのには、モジュラ演算シーケンス番号空間から、空いた次のシーケンス番号が（例えば、8ビット、モジュロ256シーケンス番号空間から得られるシーケンス番号が）割当てられる。スライディングウィンドウプロトコルその他の技法を用いることで、同一のシーケンス番号を持つ二つあるいはそれ以上の異なるPDUが（つまり、SDUストリーム内の異なる位置から来る複数のPDUが）、同時に高信頼伝送エンティティ間で伝送されないことが保証される。プロトコルデータユニット（PDU）のサイズとシーケンス番号空間のサイズとの間には、トレードオフが存在し、これは下位通信媒体の信頼性や伝送遅延に依存することに注意する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】比較的に安定なデータ伝送速度（つまり、時間によって多少変動するが、数倍の規模では変動しないデータ伝送速度）をサポートする通信環境の場合は、固定長のプロトコルデータユニット（PDU）と、そのPDUと一対一に対応する（マッピングする）シーケンス番号を用いても全く問題はない。例えば、LAPMプロトコルは、適応伝送速度を持つ有線モデム環境内でしばしば用いられる。ただし、他の幾つかの環境（例えば、高速無線データ伝送環境）では、伝送速度が極めて短期間（例えば、数秒あるいはそれ以下の期間）に数倍を超える規模で変動する。このような環境においては、データ伝送のエラー率や伝送遅延も高くなる傾向があり、事態は一層深刻化する。プロトコルデータユニット（PDU）のサイズを低伝送速度条件に適する小さな値に固定した場合は、ペンディング中の（一時的に

待たされている) PDUに対するシーケンス番号空間が大きくなり、プロトコルヘッダのオーバーヘッドも大きくなる。逆に、PDUのサイズを高伝送速度条件に適する大きなサイズに固定した場合は、ペンディング中のPDUに対するシーケンス番号空間(並びにプロトコルヘッダのオーバーヘッド)は小さくなるが、ただし、大きなPDUは、低伝送速度条件下では、高信頼に再送するには不便である。

【0006】上述の問題から、可変サイズのプロトコルデータユニット(PDU)を送送するために用いるための、ヘッダのオーバーヘッドと待ち状態の(アウトスタンディング)ウィンドウサイズとの間のプロトコルバランスを最適化することができるシーケンスナンバリングスキームが切望されていることが理解できる。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、可変サイズプロトコルデータユニット(PDU)の伝送を、可変伝送速度環境下でARQプロトコルをサポートできる階層シーケンスナンバリング空間(Hierarchical Sequence Numbering Space, HSNS)アプローチを用いて達成する。このスキームは、以下のような幾つかの重要な特性を持つ。

(1) 任意に可変なPDUサイズをサポートできる；

(2) プロトコルヘッダ内のシーケンス番号の長さが可変である；(3) プロトコルヘッダ内のシーケンス番号の深さが可変である；(4) PDU内に挿入して伝送されるシーケンス番号のサイズが最小となるようにシーケンス番号のコンテキストを動的に変更できる；(5) プロトコル

$$B = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline B_{r-1} & B_{r-2} & \dots & B_1 & B_0 \\ \hline \end{array}$$

..... (1)

【0011】一連の基本シーケンス番号Bのおおのは、高信頼伝送エンティティによって運ばれるデータの一連の基本プロトコルデータユニット(PDU)ブロックを(モジュラ的に)アドレスする。データの基本PDUブロックのおおのは、 $K \cdot 2^r$ オクテットのデータから構成される。ここで、KとRは、 $K \cdot 2^r$ が高信頼伝送エンティティにて運ばれる(例えば、可能な最高伝送速度における)PDUの最大サイズと対応するように選択される。

【0012】基本PDUブロックのおおのは、(おのおの $K \cdot 2^r$ オクテットのサイズを持つ)  $2^r$ 個のより ※

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline B_{r-1} & B_{r-2} & \dots & B_1 & B_0 & S_{c-1} & S_{c-2} & \dots & S_1 & S_0 \\ \hline \end{array}$$

..... (2)

【0014】従って、完全下位順序PDUシーケンス番号は、 $r+c$ ビット長となる。下位シーケンス番号の長さ

※ トコルエンティティのピア(仲間)間でシーケンス番号空間を調整し、シーケンス番号空間情報を通信するためにプロトコル制御スキームが用いられる；(6) 階層シーケンス番号空間スキームを効率的に実現するデータ構造およびアプローチが用いられる。

【0008】本発明は、(これに限定されるものではないが)Internet PサービスおよびIATM/B-ISDNを含む回路ベースサービスを含む)任意の高速通信ベアラサービスに適用することができる。適用可能な伝送媒体としては(ATM、B-ISDN、(A)DSL、および高速モデムを含む)地上回線環境、並びに(第二および第三世代のTDMA、CDMA、広帯域幅CDMAおよび無線NAL空中インタフェースを含む)無線環境の両方が含まれる。

【0009】

【発明の実施の形態】階層シーケンスナンバリング空間(Hierarchical Sequence Numbering Space, HSNS)

(本発明による)階層シーケンスナンバリング空間(HSNS)は、基本シーケンス番号空間から、および拡張シーケンス番号空間から得られるシーケンス番号を利用する。基本シーケンス番号空間は、シーケンス番号のモジュラ演算空間であり、これは、 $r$ ビット表現を持つものと定義される(つまり、 $0 \sim 2^r - 1$ の基本シーケンス番号Bの $2^r$ 個の可能なシーケンス番号が、以下のような二進形式にて表記される(ここで、 $B_i$ は、Bの表現における二進ビットを表す)。

【0010】

【数1】

※ 小さな下位順序PDUブロックに細分されるが、これは基本ブロックアドレスBを、 $c$ ビットから成る下位シーケンス番号Sにて拡張することによって得られる(図2参照)。任意の下位順序PDUブロックは、完全下位順序PDUシーケンス番号Aによって一義的にアドレスすることができるが、完全下位順序PDUシーケンス番号Aは、この以下に示すように、基本PDUシーケンス番号Bと下位シーケンス番号Sを連結することによって構成される。

【0013】

【数2】

$c$ は、任意の瞬間において要求されるPDUのサイズに依存して(例えば、下位の通信媒体の現在の伝送速度に依

存して)動的に変化される。下位シーケンス番号の長さ  $c$  に対する最大値、つまり、 $c\_max$  は、典型的には、 $K \cdot 2^{r+c\_max}$  のオクテットが、高信頼伝送エンティティによってサポートされる最小のPDUサイズとなるように選択される。

#### 【0015】HSNSコンテキスト (HSNS Context)

階層シーケンスナンバリング空間 (HSNS) ベースのシーケンス番号は、伝送速度の大幅な変動に依存してプロコルデータユニット (PDU) のサイズが大幅に変化する環境において、PDUを動的に、順序付けあるいは下位序付けするための方法を提供する。ただし、この技法のみでは、高信頼伝送プロトコルの実現に対する完全かつ実際の解決を提供することは、以下の理由により不十分である。

(1) シーケンス番号はプロトコルヘッダ内に挿入して伝送されるが、全ての瞬間 (インスタンス) において完全下位順序PDUシーケンス番号を用いることは、これらサイズ ( $r+c$  ビット) が大きいために实际的でない。

(2) さらに、シーケンス番号 (つまり、 $r+c$  ビット) が動的に変化するために、各シーケンス番号とともに (下位シーケンス番号の長さ)  $c$  をプロトコルヘッダに挿入して伝送することが必要となる。

【0016】ただし、実際には、高信頼伝送エンティティの間で互いに、ある小さな時間期間 (例えば、数秒間) 内に交換されることが要求されるシーケンス番号の実際の "ダイナミックレンジ (dynamic range)" は、実際には、 $r+c$  ビットよりかなり小さい。例えば、一例として、高速無線通信環境において見られる単一の高\*

$$A = \begin{bmatrix} A_{r+c-1} & A_{r+c-2} & \dots & A_1 & A_0 \end{bmatrix}$$

..... (3)

【0021】(Cとして命名される) イン・コンテキストシーケンス番号 (in-context sequence number) は、最上位ビット  $A_{r+c-1-depth}$  から開始される  $width+1$  の隣接ビットから成る (完全順序PDUシーケンス番号)  $A$  のビットフィールド表現の下位セクションであるものと定義される (図3参照)。

【0022】イン・コンテキストシーケンス番号から完全シーケンス番号を翻訳するための規則 (Rules for Interpretation of Complete Sequence Numbers from In-context sequence number)

高信頼伝送プロトコルエンティティ (Reliable Transmission Protocol Entities) は、イン・コンテキストシーケンス番号から完全シーケンス番号を、そのプロトコル自身の現在の動作状態のコンテキスト (文脈) 内で翻訳することで再生する。一般的には、受信プロトコルエンティティは、送信プロトコルエンティティによって用いられた  $r$ 、 $c$ 、深さ (depth) および幅 (width) に対

\* データ速度 "バースト" の継続期間の場合、使用されるデータ速度のレンジは、"バースト" モードの動作と、低速の "通常" モードの動作との間のデータ速度の差よりかなり小さくなる (しばしば、バーストモードの動作は、スケジュールされた、あるいは限定された動作として記述され、非バーストモードの動作は、スケジュール無しの、あるいは制限約無しの動作として記述される)。

【0017】この問題を克服するために (この機会を活かすために)、(本発明によると) 高信頼伝送エンティティは、シーケンス番号空間コンテキストなる概念を利用する。シーケンス番号空間コンテキスト (以降、単に、コンテキストとも呼ばれる) は、ペアの番号、深さ (depth)、および幅 (width) から成る。このコンテキストは、高信頼伝送エンティティのピア (同僚) によって維持される。このコンテキストは、完全階層シーケンスナンバリング空間 (HSNS) 内に、下位空間を、このより小さな下位空間から得られるより短なシーケンス番号が全シーケンス番号空間に一義的にマッピングできるように定義する。深さと、幅を、以下のように定義するものと想定する。

#### 【0018】

$$0 \leq \text{深さ} \leq r+c\_max-1, \quad 0 \leq \text{幅} \leq r+c\_max-1-\text{depth}$$

【0019】上の式 (2) によって与えられる完全順序PDUシーケンス番号 ( $A$ ) が、以下の形式に再定義される:

#### 【0020】

【数3】

する値を高信頼に決定できることを要求される。これは:

(1) 明示的 (Explicit) な方法 (例えば、パラメータの伝送)、あるいは、(2) 暗黙的 (Implicit) な方法 (例えば、他の既知のパラメータと、現在の伝送速度あるいはPDUサイズ等の情報とを合わせて、幾つかのパラメータを生成する)、の両方の様々な手段によって達成される。

【0023】完全シーケンス番号の最上位ビットの生成 (Deriving the Most Significant Bits of Complete Sequence Numbers)

一般的には、プロトコルエンティティは、完全シーケンス番号の省かれた最上位ビット (ビット ( $r+c-1$ ) ~ ( $r+c-depth$ )) を、他の最近交換されたPDUからの同等の最上位ビットに関する知識から生成する (図3参照)。最上位ビットは、(明らかに) より低速に変化する。実際には、最上位ビットは、下位通信媒体の伝送速度に



比例する速度にて変化することが知られている。このため、最上位ビットの変化は、より低速な伝送速度に起因して、階層シーケンスナンバリングの深さ（ $c$ および $depth$ ）がより大きくなったとき、より厳密である必要性がなくなる。このフィードバックは、概ね一定なサイズの（つまり、ほぼ一定な幅の）イン・コンテキストシーケンス番号空間の伝送を高度に有効なものにする（この事実のために、概ね一定なサイズのイン・コンテキストシーケンス番号空間を伝送した場合でも役割は果たすことになる）。

【0024】イン・コンテキストシーケンス番号空間の変化は、典型的には小さく、通常この変更はヘッダ内の制御情報（あるいは他の手段によって）運ばれるが、このため、非常にコンパクトに符号化することができる。後に節において、シーケンス番号コンテキスト情報を効率的に維持するために、プロトコルエンティティによって利用することができるインプリシット規則の幾つかの例について説明する。

【0025】完全シーケンス番号の最下位ビットの生成（Deriving the Least Significant Bits of Complete S

equences Numbers）  
完全シーケンス番号の省かれた最下位ビット（つまり、ビット $(r+c-2-depth-width) \sim 0$ ）の翻訳はより単純である。つまり、これらビットは、常に、'0'として翻訳される（図3参照）。省かれた最下位ビットの使用は、（例えば、ACKやNAKビットマップの場合のように）、あるレンジのシーケンス番号の基数（base number）のみを運ぶことを要求される状況において有益である。

【0026】NSNSコンテキストパラメータの直観的な表現（Intuitive Interpretation of NSNS Context Parameters）

図4は、コンテキストパラメータの幾分直観的な表現を、特に、深さ（depth）と幅（width）に関して示す。このシーケンス番号空間は、階層トリー（木構造）であるとみなすことができ、最も“粗い”符号化が、トリーの根に対応する。このトリーのより上位のレベルは、より小さなシーケンス番号シーケンスを提供し、より大きなPDUサイズの伝送をサポートする。 $c$ が増加されると、このトリーは、下方向に拡張され、より大きなシーケンス番号空間が組み込まれ、より低い伝送速度をサポートする。深さの増加は、このシーケンス番号空間が、より小さな下位トリーに暗黙的に“ブルーニング（pruning）”されることを意味する。この結果、伝送されるイン・コンテキストシーケンス番号を短く維持しながら、より大きなシーケンス番号空間と、より低い伝送速度をサポートすることが可能となる。幅は、明示的に示すことができるシーケンス番号の粒度を表す。幅の値が小さいほど、より小さな（大きな）PDUのより大きな“チャンク（chunk）”上にマッピングされるシーケンス番号

が得られ；幅の値が大きくなほど、より小さなPDU（場合によっては単一のPDU）のより小さな“チャンク”を明示的に示すことができるシーケンス番号が得られる。

【0027】ACKおよびNAKにおけるイン・コンテキストシーケンスナンバリング（In-context Sequence Numbering in ACK and NAKs）

ARQプロトコルは、典型的には、肯定アクノレージメント（ACK）、否定アクノレージメント（NAK）、あるいはこの両方に基づく。それぞれ、ACKメッセージ内容の例を図5に、NAKのメッセージ内容の例を図6にテーブルの形式で示す。

【0028】コンテキストパラメータのインプリシットな決定（Implicit Determination of Context Parameters）

前節においては、コンテキストパラメータ（ $c$ 、深さ、幅）が明示的にシグナリングされるNAKとACKの例を示した。ただし、ある状況においては、下位層から（例えば、受信されたPDUのサイズ、現在アクティブな伝送速度等の）他の情報が得られる場合、これら変数の変化を暗黙的（インプリシット）に決定することもできる。これら技法は、物理伝送媒体と、実現される個々の高信頼プロトコルに大きく依存するが、コンテキストパラメータのシグナリングオーバーヘッドを低減するために用いることができる幾つかの規則を以下に説明する。

【0029】（1）PDUサイズおよび／あるいは伝送速度が知られている場合、シーケンス空間の総サイズ（つまり、 $r+c-1$ ）は、暗黙的に決定することができる。このために、ほとんどの場合、 $c$ に対する値を伝送する必要はない。

（2）最後のPDU以降に、伝送速度が増加したことが知られており、イン・コンテキストシーケンス番号フィールドのサイズが増加したことが（例えば符号化を通じて）決定された場合、深さが低減されたものと暗黙的に想定することができる。

（3）同様に、伝送速度が低減したことが知られた場合、幅が増加されたものと暗黙的に想定することができる。

（4）最後のPDU以降に、伝送速度が増加したことが知られており、イン・コンテキストシーケンス番号フィールドのサイズが低減したことが（例えば符号化を通じて）決定された場合、深さが増加されたものと暗黙的に想定することができる。

【0030】可変速度PDUの受信を管理するためのプロトコルデータ構造（Protocol Data Structures for managing the Reception of Variable Rate PDUs）

シーケンス番号空間の管理に対する階層シーケンスナンバリング空間（HSNS）アプローチは、非常に管理しやすく、（再伝送に対して）送信機内のバッファを、あるいは（SDUの順番通りの再アセンブリに対して）受信機内のバッファを管理するために、単純なトリーデータ構造

を用いることができる。図4に示すトリー階層と類似のやり方で、送信機/受信機は、深さの関数として変動するサイズ(このサイズは定数 $K$ と $r$ の関数としても変動する)を持つセットのバッファを維持する。トリー内のノードは、深さが増加した場合(例えば、より低速な伝送速度に適応して)分割される。送信機内で、下位ノードは、あるノード下の下位ノード全てが完了した場合(つまり、伝送を終えた場合)、あるいは、より高い伝送速度に適応するためにプロトコルデータユニット(PDU)が結合された場合は、いつでもブルーニング(刈り込みを施す)ことができる。同様に、受信機内で、下位ノードは、下側の下位ノードに対する全てのバッファの受信が完了したとき、より高いレベルのノードに併合される(つまり、深さの値がより小さくされる)。もはや必要とされないバッファ(つまり、既に送信機内で受取りが確認された、あるいは受信機内の上位層に転送されたバッファ)を持つノードは、削除される。

【0031】この単純なデータ構造を用いると、ACKおよび/あるいはNAKをトリーをわたることで容易に生成することができる。さらに、タイムアウト値や他の関連するパラメータを、必要に応じてトリー内の分割あるいは併合されたノードにタグとして付加することもできる。

【0032】可変再送ユニットのサイズの留意点  
非常に大きなPDUが、高いビットエラー率(BER)を持つ環境内で伝送される場合は、通信環境内に追加のチャレンジ(機能)が提供される。つまり、通信媒体のBER特性によっては、大きなプロトコルデータユニット(PDU)を伝送した場合、フレームエラー率(FER)が、許容できないほどあるいは最適レベルが維持できなくなるほど高くなる可能性がある。このため、高信頼伝送プロトコルエンティティは、(チェックサム、巡回冗長チェック(CRC)等による)エラー検出のために、物理伝送媒体フレームをより小さな論理PDUに細分することが必要となる。

【0033】高信頼伝送プロトコルは、この目的でPDUを小さな論理伝送ユニット(Logical Transmission Unit, LTU)(これらを連結することで物理伝送媒体フレームが得られる)に細分割するために、以下の少なくとも3つのスキームを用いることができる。

【0034】(1)フォーマット情報について、制御情報を(同一のチャネルあるいは別個の制御チャネルに挿入して)交換することによって明示的(イクスプリシット)に協議する。各物理伝送媒体フレームは、このフォーマット情報に従って翻訳される。

(2)各物理媒体伝送フレーム内に明示的な構造情報を挿入することで、フレームを細分する方法を示す。一例として、長さベースの符号化、論理伝送ユニット(LTU)フォーマットインジケータのリスト、あるいは長さを、物理伝送媒体フレーム内のある既知の位置(例え

ば、先頭)に挿入することが考えられる。

(3)論理伝送ユニット(LTU)の境界は、動的LTU境界検出(Dynamic LTU Boundary Detection)によって決定される。このスキームにおいては、高信頼伝送プロトコルは、本質的に、全ての可能なLTU境界(あるいは許された全てのサブセット)を復号することを試みる。(これは、動的速度検出と類似する)。

【0035】各スキームは、採用される高信頼伝送プロトコルおよび伝送媒体のおおのの特性に依存して、以下のような長所と、短所を持つ。

(1)スキーム2および3は、最もダイナミックな柔軟性を与える。

(2)スキーム1および2は、短所として、フォーマット指標情報を非常に高い信頼度にて(例えば、より高い符号化利得、ARQプロトコル、あるいは追加の前向きエラー検出を用いて)通信する必要があり、プロトコルオーバーヘッドが大きくなる。

(3)スキーム3は、オーバーヘッドが最も小さくなるが、反面、最も複雑な実現となる。

【0036】スキーム3は、伝送媒体のコストが、追加の処理利得のコストと比べて相対的に高い通信環境(例えば、高速無線通信環境)において用いるのに適する。スキーム3を実現するための複雑さは、物理伝送媒体フレーム内に挿入されるLTUフォーマットの組合せを制限することで低減できる。スキーム3の複雑さを低減するために採用することができる一つの技法として、以下の手続き遂行することが考えられる：

【0037】動的LTU境界検出技法1(Dynamic LTU Detection Technique 1)：

(1)物理伝送媒体フレームの先頭から開始して、プロトコルデータユニット(PDU)の潜在的な終端の位置に達するまで、チェックサムあるいはCRCをフログレスシブに(順繰りに)蓄積する。

(2)PDUの潜在的な終端の位置に達した時点で、累積されたチェックサムあるいはCRCを、物理伝送媒体フレーム内の現在の走査位置内に格納されている潜在的CRC候補の値と比較する。

(3)物理伝送媒体フレーム内の現在の位置の所に格納されている値が、累積されたチェックサムあるいはCRCと一致する場合は、全PDUが検出されたものと推定する。次に、このPDUを、高信頼伝送プロトコルによって通常のように処理する。

(4)累積プロセスを正当なチェックサムあるいはCRCの後に再開する。

(5)候補チェックサムあるいはCRCが累積された値と一致しない場合は、累積プロセスを次の潜在的なCRC候補位置に到達するまで継続する。

(6)このプロセスは物理伝送媒体フレームの終端に達したときに終端される。

(7)正当な候補チェックサムあるいはCRCが見つから

なかった場合は、物理伝送媒体フレームは、それ以上の正当なPDUを含まないものと推定する。

【0038】この単純なアルゴリズムでは、複雑さは、単純なチェックサムあるいはCRC以上とはならず、伝送媒体フレームを通じてたった一つの経路（パス）のみが必要とされる。ただし、このアルゴリズムは、不当な論理伝送ユニット（LTU）に遭遇するとただちに、復号プロセスが、同一の媒体フレーム内の続くLTUを見つけることができなくなるという欠陥を持つ。この欠陥は（幾分複雑さは増加するが）以下によって克服することができる：

【0039】動的LTU境界検出技法2（技法1に対する修正）（Dynamic LTU Detection Technique 2）：

（1）候補CRCの不一致が発生する度に（つまり、上述のアルゴリズムのステップ5の後に）、追加の平行チェックサムあるいはCRCアキュムレータを初期化する。

（2）上述のステップ2を、単一のアキュムレータではなく、現在維持されている各アキュムレータと比較するように修正する。

（3）上述のステップ4を、全てのアクティブなアキュムレータをクリアし、正当なチェックサムあるいはCRCに続く単一のアキュムレータを再開するように修正する。

最後に、この高信頼伝送プロトコルは、プロトコルデー

\*タユニット（PDU）を複数の論理伝送ユニット（LTU）に細分することも、各PDUを単一のLTUにマッピングすることもできることに注意する。

【0040】HSNSの適用例

HSNSの上述の適用例は、TR-45.5 IS-95 3G air interfaceにゆるやかに準拠するものである。可変速度伝送能力は、図7のテーブルに概要を示す通りである。

【図面の簡単な説明】

【図1】高信頼伝送プロトコルの概要を示す。

【図2】シーケンス番号空間の階層構造を分解して示す。

【図3】コンテキストおよびイン・コンテキストシーケンス番号を示す。

【図4】コンテキストパラメータの深さと幅の関係を示す。

【図5】ACKメッセージの一例を示すテーブルである。

【図6】NAKメッセージ内容の一例を示すテーブルである。

【図7】IS-95 3Gの例を示すテーブルである。

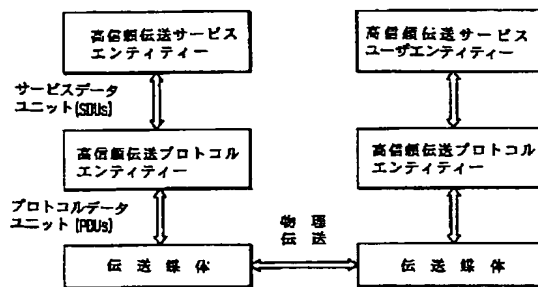
【符号の説明】

A 完全下位順序PDUアドレス

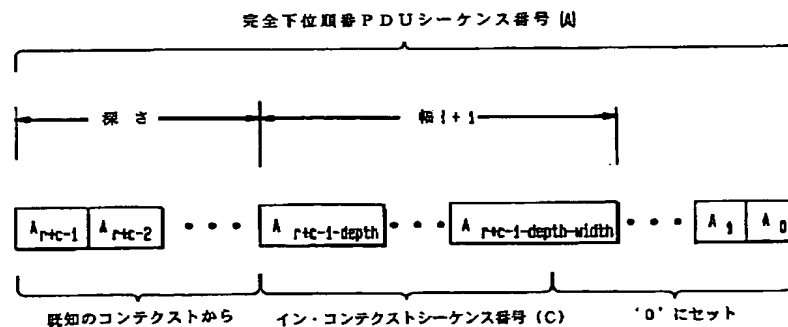
B 基本シーケンス番号

C イン・コンテキストシーケンス番号

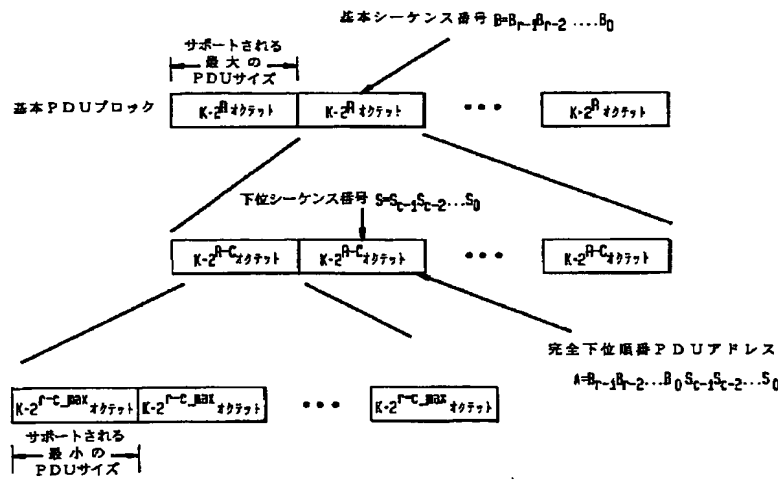
【図1】



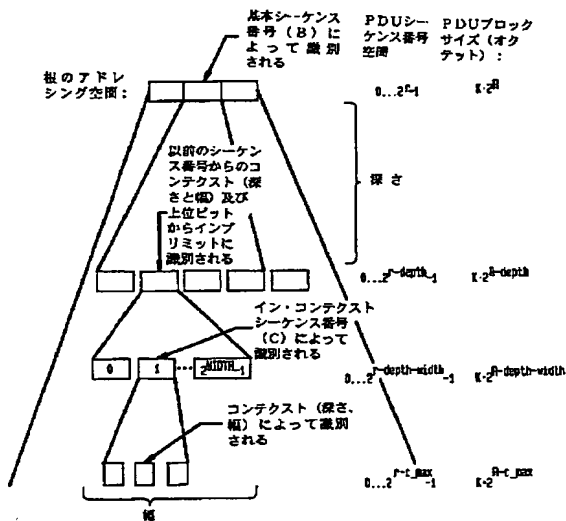
【図3】



【図2】



【図4】



【図7】

IS-95 3G の例

パラメータ	値
最低データ速度	9.6 Kbps = 192 BITS/20 MS FRAME
最小PDUサイズ	192 BITS (24 BYTES)
K	24
最大伝送速度E	10 MBPS = 200 KBITS/20 MS FRAME
最大PSUサイズ	200 KBITS (25 KBYTES)
NAK遅延 (最悪の場合)	1 SECOND
要求されるシーケンス空間 (ビット/秒)	$2^4 (1000 \text{ MS/20 MS}) = 100$
r	$7 = \lceil \log_2(100) \rceil$
データ速度のダイナミックレンジ	$10 \text{ MBPS/9.6 Kbps} = 1042$
ダイナミックレンジ (ビット単位)	$11 = \lceil \log_2(1042) \rceil$
c_MAX	11

【図5】

ACKメッセージ内容の例

フィールド	内 容	値のサイズ/レンジ
深 さ*	深さの値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
幅 *	幅の値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
C*	cの値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
シーケンス_番号	イン・コンテキストシーケンス番号	幅 ビット
COMPLETE_IO	そのACKが含まれるシーケンス番号までの全てのシーケンス番号に対するものであることを示す標識、あるいはあるレンジのシーケンス番号に対するACKのリスト	1ビット
ビットマップ_サイズ	ACKビットの(ビット単位での)サイズ	少数のビット
ACK_ビット	アクノレジメント('1'),あるいはアクノレジメントの不在('0')を示す標識のアレイ	ビットマップ サイズビット

\* 物理伝送媒体の特性に依存して、一つあるいは複数のこれらパラメータが、他のパラメータや現在の伝送速度等の他の利用可能な情報から得られる。

【図6】

NAKメッセージ内容の例

フィールド	内 容	値のサイズ/レンジ
深 さ*	深さの値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
幅 *	幅の値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
C*	cの値あるいは最も最近に通信された値からの値のデルタ(変化)	少数のビット
シーケンス_番号	イン・コンテキストシーケンス番号	幅 ビット
ビットマップ_サイズ	NAKビットの(ビット単位での)サイズ	少数のビット
NAK_ビット	アクノレジメント('1'),あるいは否定的アクノレジメント('0')を示す標識のアレイ	ビットマップ サイズビット

\* 物理伝送媒体の特性に依存して、一つあるいは複数のこれらパラメータが、他のパラメータや現在の伝送速度等の他の利用可能な情報から得られる。

フロントページの続き

(72)発明者 サブハシス ラハ  
アメリカ合衆国 60504 イリノイズ, オ  
ーロラ, ダンバートン ドライヴ 1285

(72)発明者 サンジヴ ナンダ  
アメリカ合衆国 08510 ニュージャージ  
ィ, クラークスバーグ, ロビンス ロード

***This Page Blank (uspto)***